

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-096135

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

G06F 17/00

G06F 13/00

H04L 12/24

H04L 12/28

(21)Application number : 09-254497

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 19.09.1997

(72)Inventor : KOMATSUBARA SHIGEYUKI

SUZUKI RYOICHI

MIKAMI HIROHIDE

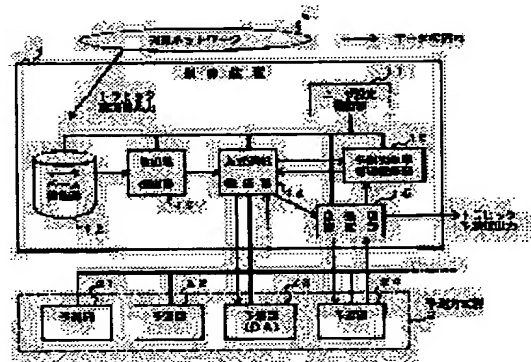
MOGI KAZUO

(54) DEVICE AND METHOD FOR PREDICTING TRAFFIC IN CONNECTIONLESS TYPE NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To maintain the performance of traffic prediction in a connectionless type network so as to be adaptable to a time-series change in a network environment and adaptable also to its use under different network environments.

SOLUTION: In the connectionless type network such as the Internet, traffic information is stored in a data base function part 12 and data for prediction are prepared by a preprocessing function part 13. A method selecting function part 14 determines a prediction method optimum to an environment based on the effective value of a prediction hit ratio managed by a prediction hit ratio management function part 16 by distributively cooperating with respective prediction parts 21 to 24 using one or more different prediction methods and calculates and outputs a prediction value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-96135

(43)公開日 平成11年(1999)4月9日

(51)IntCl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 F 17/00

G 0 6 F 15/20

Z

13/00

3 5 1

13/00

3 5 1 M

H 0 4 L 12/24

H 0 4 L 11/08

12/26

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-254497

(22)出願日

平成9年(1997)9月19日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 小松原 重之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 鈴木 亮一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 三上 博英

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 小笠原 吉義 (外1名)

最終頁に続く

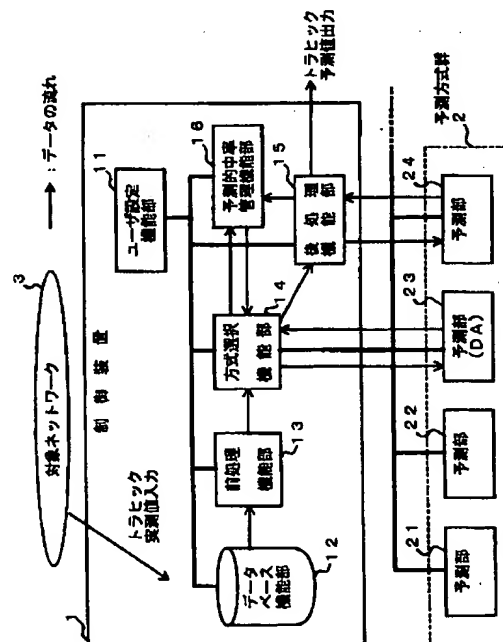
(54)【発明の名称】 コネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置およびトラヒック予測方法

(57)【要約】

【課題】一つのネットワーク環境の時系列変化に対して適応し、また異なるネットワーク環境下での使用に対しても適応するような、コネクションレス型ネットワークにおけるトラヒックの予測性能の維持を図る。

【解決手段】インターネットなどのコネクションレス型ネットワークにおいて、トラヒック情報をデータベース機能部12に蓄積して、前処理機能部13により予測のためのデータを作成し、一つまたはそれ以上の異なる予測方式を使用する各予測部21~24と分散・協調して、その環境に最適な予測方式を予測的中率管理機能部16が管理する予測的中率の実績値に基づいて方式選択機能部14が決定し、予測値を計算・出力する。

装置構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コネクションレス型ネットワークにおいて、トラヒック情報を蓄積して予測のためのデータを作成する手段と、それぞれ所定の予測方式を用いてトラヒックの予測値を計算する複数の予測手段と、前記複数の予測手段に予測のためのデータを送り、各予測手段にトラヒックの予測値を計算させる手段と、前記各予測手段による予測値的中率を求め、予測方式ごとに予測的中率を管理する手段と、予測的中率の最も優れた予測方式を決定し、その予測方式を用いる前記予測手段に予測のためのデータを送り、その予測手段が計算した予測値をトラヒックの予測結果として出力する手段とを備えたことを特徴とするコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置。

【請求項2】 請求項1記載のコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置において、前記複数の予測手段のうちの少なくとも一つは、決定論的非線型モデルによってアトラクタの状態空間における挙動を求め、次点の予測を行う予測方式を用いるものであることを特徴とするコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載のコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置において、前記複数の予測手段のうちの少なくとも一つは、ある時間属性によって予測に用いる探索空間を限定し、特定の時系列挙動を集中的に学習させ、計算結果に反映させる予測方式を用いるものであることを特徴とするコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置。

【請求項4】 コネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測方法であって、それぞれ所定の予測方式を用いる複数の予測手段が予測したトラヒックの予測値の予測的中率を予測方式ごとに管理し、ある時点において予測方式の選択が必要になったときに、その時点における直近の予測的中率に基づいて最適な予測方式を選択し、選択した予測方式を用いる予測手段にトラヒックの予測値を計算させ、その計算結果を出力することを特徴とするコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インターネットなどのコネクションレス型ネットワークにおけるトラヒック予測装置およびトラヒック予測方法に関し、ネットワークの需要予測の技術分野に属するものである。

【0002】

【従来の技術】従来技術として、参考文献：「竹内清“需要予測入門”，丸善株式会社」に示されているようなコネクション型のネットワークに用いる予測技術がある。

【0003】特に、短期的なトラヒックの予測技術としては、例えば参考文献：「富澤昌彦，佐渡正樹，上野優，山下博文“ネットワークオペレーションの高度化”，NTT技術ジャーナルApr. 1996, Vol. 1. 8」に示されているように、呼が無作為に加わることを前提とし、回線数と平均呼量から、ある呼損失を満たすため、アーランB式によりトラヒックを予測し、確保すべき回線数を算出する方法、また、トラヒックが日々変動とピーク特性と無作為要素から決定されることを前提とし、回線数、平均呼量、日変動率、ピークドネス量から、ニールウィルキンソン法により、確保すべき回線数を算出する方法がある。

【0004】長期的なトラヒックの予測技術としては、例えば参考文献：「森田清“情報と予測”，ISBN-3055-723030-1371，共立出版」に示されているように、特殊な性質を持ったトラヒックが外装されていることが既知の場合、非定常状態としてこのトラヒックの影響を除去し、自己回帰和分移動平均モデルを適用することにより、定常状態の推移から需要を算出する方法がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の短期的予測技術は、統計的呼損を一定以下に保つ機構をネットワークが保証するための方法であり、コネクションレス型ネットワークでは、コネクションに相当する概念がないため、適用ができない。また、自己回帰和分移動平均モデルに基づく予測技術は、定常性の点から期待値と分散が時間を通して一定かつ有限であること、2時点A、Bにおける自己相関が、時間の差（AとBの差）にのみ依存すること、という二つの制約がある。この制約は、近年の通信形態の変遷と多様化を勘案すると、現実に沿ったものとはいえず、到底、性能を期待しえない。現実のネットワークでは、場所に対して不均質で、時間に対して常にその性質が変化する。

【0006】以上のことから、本発明の目的は、コネクションレス型ネットワークにおいて、第一に、一つのネットワーク環境の時系列変化に対し適応し、予測性能の維持が図られること、第二に、異なるネットワーク環境下での使用に対し適応し、予測性能の維持が図られること、の2点を解決したトラヒック予測手段を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、インターネットなどのコネクションレス型ネットワークにおいて、トラヒック情報を蓄積して予測のためのデータを作成し、一つまたはそれ以上の異なる予測方式と分散・協調して、その環境に最適な予測方式を決定し、予測値を計算・出力することを主要な特徴とする。

【0008】インターネットなどにおけるトラヒックの特徴を、従来の電話などの通信網のトラヒックと比較し

てみると、①挙動がよりバースト的である、②状態遷移が速い、③定常的な変化は顕著ではない、といった点が挙げられる。従来の通信需要の予測では、ARIMAモデルなどの線型回帰モデルを応用したものが中心であった。しかし、インターネットのようなコネクションレス型大規模ネットワークでは、統計的多重効果以上に、個人の振る舞いが全体のトラヒックを決定する場合がある。こうしたアーキテクチャにおいて効果的に予測を行うためには、より繊細にネットワーク挙動に着目し、かつ多様な観点から解析を行うことが必要である。

【0009】このため、本発明では、予測方式を分散させたメカニズムによって、外部環境の変化に応じて、あらかじめ用意した複数方式の中から最適な予測方式を自動的に選択する。あらかじめ用意する方式として、例えば状態空間におけるアトラクタの軌跡に関する計算を行い、予測値を計算する方式を用いる。この方式では、決定論的非線型モデルを系の状態にマッピングすることにより、埋込み次元数分だけの遅れ時間に関する観測値の推移を、過去のデータから評価するために、ネットワークの複雑な挙動を予測させることができる。またこの際

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の形態に係る装置構成図である。本システムは、予測値を計算するために分散しあった複数の予測部21、22、…からなる予測方式群2と、データや各方式の制御を行う制御装置1からなる。

【0011】制御装置1のユーザ設定機能部11は、制御装置1に対してユーザが設定するコンフィグレーション情報を保持する。データベース機能部12のトラヒックデータベースに関するコンフィグレーション情報としては、例えばデータ利用期間、予測ステップ数、単位時間、トラヒック種別（予測対象）の情報がある。また、予測方式群2がデータベース機能部12に要求するコンフィグレーション情報としては、例えば埋込み次元数、遅れ時間、平均化時間の情報がある。制御装置1が予測的中率管理機能部16に要求するコンフィグレーション情報としては、例えば判定時間の情報がある。ユーザ設定機能部11は、これらの静的な情報を管理する。

【0012】データベース機能部12は、対象ネットワーク3について実測したトラヒックデータを収集・格納する。新しいデータを受け取ると、ユーザ設定機能部11のコンフィグレーション情報を参照し、そこで必要とされる形式のトラヒックデータを作成・保存し、前処理機能部13へ基礎トラヒックデータを渡す。

【0013】前処理機能部13は、予測方式群2のための処理を行う。基礎トラヒックデータを受け取ると、ユ

ーザ設定機能部11のコンフィグレーション情報を参照し、その設定情報の中で、埋込み次元数が最大、過去の利用データ期間が最長、平均化時間の間隔が最小なデータをメモリ上に作成する。これはすべての予測部21、22、…で用いることが可能な、必要十分なトラヒックデータとなる。

【0014】方式選択機能部14は、まず次の予測値の計算に加わる予測部21、22、…を決定する。後述する予測的中率管理機能部16に対し該当する予測方式（予測部）ごとの予測的中率を要求し、予測的中率の最も優れた方式（Distinguished Algolysm: 以下、DAという）を一つ決定する。DAの要求する形式のトラヒックデータ（以下、DA用データという）を作成し、DA用データをDAへ渡し、予測値の計算を依頼する。図1では、予測部23がDAであり、予測部23に予測値の計算を依頼している。

【0015】後処理機能部15は、まずDAからの予測値計算結果を受け取り、この結果をユーザと予測的中率管理機能部16に出力する。次に、予測時刻までの残り時間と、計算リソースに余力があれば、DAに選ばれなかった各予測部21、22、24、…について、予測方式ごとの要求にあったトラヒックデータを作成し、予測部21、22、24、…にこれを渡して、予測値計算結果の返信を待つ。

【0016】予測的中率管理機能部16は、DAと、DAに選ばれないで計算を行った予測方式群2の各予測部21、22、…から、その予測値を受け取るとともに、予測時刻になれば、実トラヒック値を計算して記録する。これらの値を用いて、予測方式（予測部）ごとに予測的中率を求め、予測的中率テーブル（図2、図3）として維持・管理する。

【0017】予測的中率 J_i は、予測値を P_i 、実測値を R_i として、次式により定義する。

$$J_i = (1 - |P_i - R_i| / R_i) \times 100$$

ただし、 $P_i \geq 2R_i$ の場合には、 $J_i = 0$ とし、データの個数である t については、ユーザ設定機能部11に設定されている予測的中率管理機能部16に要求するコンフィグレーション情報【判定時間】を用いる。この判定時間、すなわち的中率実績値を管理する時間長は、ユーザが予めユーザ設定機能部11に設定することができる。

【0018】図2は、制御装置、予測的中率テーブルおよび予測方式群のやりとりを示す図である。制御装置1は、予測方式群2に対して予測値の計算に参加するかどうかを問い合わせる。予測方式群2の各予測部21、22、…は、予測値の計算に参加できる場合には、参加する旨を制御装置1に通知する。制御装置1はこの通知を受けると、予測的中率テーブル4を参照し、参加の通知を行ったものの中から、この時点で予測的中率の最も優れた方式（DA）を選択する。この例では、予測部23

10

20

30

40

50

である。DAである予測部23に対して、DAの通知を行うとともに、予測用データを送付し、予測値計算結果を受け取る。

【0019】一方、DAに選ばれなかった予測部21, 22, ...に対しても予測用データを送付し、それらが計算した予測値を受け取って各予測部ごとに予測的中率を計算し、次の方式選択時に利用できるように予測的中率テーブル4を更新する。

【0020】図3は、予測的中率テーブルの構成例を示す。予測的中率テーブル4は、ユーザ設定機能部11に設定されている時間の単位で、各予測方式ごとに算出された予測値と実際のトラヒックの実測値との履歴を持つ。また、予測値とその実測値とから前述した式により各予測方式ごとの現在の予測的中率を計算し、管理している。

【0021】予測方式群2は、制御装置1と同じ計算機上に配置することもできるが、制御装置1とは別の複数の計算機上に分散することもできる。予測方式群2は、方式選択機能部14または後処理機能部15との間で通信を行い、要求する形式のトラヒックデータを受け取り、予測値を返す。

【0022】図4は、予測値の計算に用いる決定論的非線型理論による多次元埋込み手法であって、3次元空間への埋込み処理の場合の例を示す。3次元空間への埋込み処理の場合、時刻Tにおける観測量X(T)を、埋込み次元数3、遅れ時間 τ に埋込む。この結果の座標値($x(t)$, $x(t+\tau)$, $x(t+2\tau)$)の軌跡を解析し、予測値を算出する。

【0023】予測方式群2は、処理の性質により、二つのカテゴリに分けられる。一つは、決定論的非線型モデルによってアトラクタの状態空間における挙動を求め、次点の予測を行う方式のカテゴリである。もう一つは、ある時間属性によって予測に用いる探索空間を限定し、特定の時系列挙動を集中的に学習させ、計算結果に反映させる方式のカテゴリである。以下に、それぞれのカテゴリについて説明する。

【0024】(1) 状態空間におけるアトラクタ挙動解析による予測方式のカテゴリ図4に示すような状態空間におけるアトラクタの軌跡に関する計算を行い、予測値を計算する方式群について、例えば以下に示す4つの方式がある。

【0025】第1の方式は、現在値の最直近座標を全探索空間から一点求め、その推移ベクトルをもとに写像を計算する方式である。その例を図5に示す。この方式では、特定の状態変化をトレースする。例えば、図5

(B)に示すような3次元状態空間において、現在座標から最直近座標51を計算で求め(S11)、求めた最直近座標51の推移ベクトル52を計算し(S12)、この推移ベクトル52に基づいて写像計算53を行うことにより予測値を算出する(S13)。

【0026】第2の方式は、現在値の近傍空間にある距離で探索し、存在した座標データからヤコビ行列式を求めて、写像を計算する方式である。その例を図6に示す。この方式では、幾つかの状態変化の傾向をトレースする。例えば、図6(B)に示すような3次元状態空間において、現在座標からある距離の範囲内にある近傍座標61を計算で求め(S21)、求めた近傍座標61からヤコビ行列式により推移ベクトル62を計算する(S22)。この推移ベクトル62に基づいて写像計算63を行うことにより予測値を算出する(S23)。

【0027】なお、ヤコビ行列式による解析手法の参考文献としては、「池口徹、合原一幸、「非線形現象の解析手法(7)」, 電子情報通信学会誌 Vol.79, No.8, p.814-819, 1996」がある。

【0028】第3の方式は、現在値の近傍空間にある距離で探索し、存在したベクトルデータからベクトル比重計算を行い、推移ベクトルを求めて写像を計算する方式である。例えば、推移ベクトルをスカラー量と角度に分解し、過去からの推移ベクトルのスカラー量を相対係数1、そのベクトルの角度が90度の場合を同じく相対係数1として比重計算により近いベクトルを求める。

【0029】第3の方式の例を図7に示す。この方式では、遷移状態を考慮し、特定の状態変化をトレースする。例えば、図7(B)に示すような3次元状態空間において、現在座標から最直近推移ベクトル71を計算で求め(S31)、求めた最直近推移ベクトル71の単位時間後の推移ベクトル72を計算する(S32)。この推移ベクトル72に基づいて写像計算73を行うことにより予測値を算出する(S33)。

【0030】第4の方式は、上記の方式を埋込み次元数に関して異なった次元によって計算する方式である。この第4の方式は、トラヒック推移が、現在、1単位時間前、および2単位時間前の3つの組み合わせから決定されるとは限らないため、より複雑な関連(深い次元)で、予測を試みる必要があるときに有効である。

【0031】(2) 時間属性に着目した制限を加える予測方式のカテゴリ探索データに対し、以下の手法で時間属性による探索空間の制限を行う。1属性の制限につき1方式とし、複数の方式による分散協調を行う。

【0032】

① 異質な日別データを分割する。

② データの大きさを変えることにより学習時間の最適化を図る。

③ 統計的に既知な特異点の影響を最小化する(切り離す)。

【0033】④ 推移の近似性から時間帯を重視して類型データの重点的学習を行う。また、以下のイベントについて既知の場合は、上記制限とは別に以下の制限を行い、学習の対象とする。

【0034】

- ① ネットワーク実験
- ② 遠隔会議
- ③ 大規模災害

図 8 は、時間属性による挙動の違いを示す図である。

【0035】この図では、週日と休日のアトラクタの違いを示している。週日は推移的に変化し、変化量も大きい。これに対して、休日は変化量が小さく、振る舞いも複雑（カオス的）であることが分かる。これらの分析手法については、例えば“小松原重之、鈴木亮一、三上博英、「IMnetにおけるトラフィックオペレーションについて」、情処研報 Vol.96, No.111, ISSN0919-6072, 1996”の文献に記述がある。また、他の時間属性についても同様に、トラフィックの振る舞いに違いが認められる。自己相関量の観点から違いを定量化したものが、上記文献に記載されている。

【0036】この例では、探索空間の大きさを3方式用意し試行したが、性能（予測的中率）に影響がみられた。これらのことから、移り変わりの速いインターネットのようなネットワークでは、古い過去の履歴データを持ち過ぎることは、予測の上でデメリットとなる場合があることが知見として得られた。ただし、その状況の特定は不可能であり、いつ、どこで、どれだけの履歴データを使用するのが最適かについては不可知である。したがって、本発明のような並列方式演算が効果を持つ。

【0037】なお、多次元アトラクタを説明する文献としては、上述した参考文献の他に、「F.Takens, "Detecting Strange Attractors in Turbulence, In Dynamical Systems and Turbulence", eds.D.A.Rand and L.S.Young, Springer-Verlag, Berlin, pp.366-381, 1981」の文献がある。

【0038】また、トラフィック種別の例としては、「K.McClogherie, "Management Information Base for network management of TCP/IP-based internet:MIB2", RFC1213, May 1991」の文献に記載がある。

【0039】

【実施例】実際にサービス運用しているインタフェースのネットワークにおいて評価実験を行い、その運用データによる検証を行った。予測するトラフィックデータとして、インターネットの技術標準であるRFC(Request For Comment)において、RFC1213に定義されるMIB2(Management Information Base)の11種類の情報について適用した。以下にそのMIBについて示す。括弧内は概要説明である。

【0040】

- ・IfinOctets(入方向のユニキャストの転送データ量)
- ・IfoutOctets(出方向のユニキャストの転送データ量)
- ・IfinPackets(入方向のユニキャストの転送パケット数)
- ・IfoutPackets(出方向のユニキャストの転送パケット数)

- ・IfinNuOctets(入方向のユニキャストでない転送データ量)
- ・IfoutNuOctets(出方向のユニキャストでない転送データ量)
- ・IfinNuPackets(入方向のユニキャストでない転送パケット数)
- ・IfoutNuPackets(出方向のユニキャストでない転送パケット数)
- ・IfinDiscards(入方向の廃棄されたパケット数)
- ・IfoutDiscards(出方向の廃棄されたパケット数)
- ・IfError(上位フォーマットエラーとなったパケット数)

ここで用いた予測方式は、以下の通りである。

【0041】・現在値の最直近座標を全探索空間から一点求め、その推移ベクトルをもとに写像を計算する方式
・現在値の近傍空間をある距離で探索し、存在した座標データから最小二乗法によりヤコビ行列式を求めて、写像を計算する方式

・現在値の近傍空間をある距離で探索し、存在したベクトルデータに対して、ベクトル間距離の評価指標をL、ベクトル間角度の評価指標をDとして、L+Dによる比重計算を行い、推移ベクトルを求めて写像を計算する方式

・埋込み次元数に関し、2次元から7次元までのそれぞれの整数次元空間によって別々に計算する6つの方式

・直近1週間を探索空間として制限する方式

・直近2週間を探索空間として制限する方式

・直近1ヶ月を探索空間として制限する方式

・観測時刻の前30分間、後30分間に相当する時系列を探索空間として制限する方式

・週日と週末・祝祭日を分離計算する方式

・月初めの3日間を分離計算する方式

・月末の3日間を分離計算する方式

・週日の午前10時から12時を分離計算する方式

・週日の午後6時から8時を分離計算する方式

以上の各方式に対し、10分間の平均によるトラフィックデータを作成し、遅れ時間を10分、予測対象を10分後のトラフィック値として予测试行を行った。1万2000回の試行実験の結果、予測的中率に関して平均87.5%の性能となった。

【0042】図9に、検証結果の例を示す。横軸に経過時間、縦軸に10分当りの転送パケット数を示している。この結果から明らかなように、トラフィックの予測値と実測値がほとんど一致している。

【0043】

【発明の効果】本発明により、数分から数時間の間隔で、インターネットなどのコネクションレス型ネットワークの利用状況を予測することが可能になった。これによって、渋滞時間を回避したり、利用方法を変更したりといった予測処理的な行動を、利用者やサービス提供者

が実施することが可能になった。

【0044】また、装置自身がおかれた環境に応じて最適な予測を選択的に行うために、装置設置後は自動的に一定の性能に達するので、予測技術に精通していない利用者でも装置を設置するだけで、最適な予測結果を利用することが可能になった。

【0045】また、計算機資源が乏しい環境であっても、分散する方式の数を少なく設定することで、相応の予測計算を実行可能としたため、より多くの利用形態で本発明の適用が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る装置構成図である。

【図2】制御装置、予測的中率テーブル、予測方式群のやりとりを示す図である。

【図3】予測的中率テーブルの構成例を示す図である。

【図4】3次元空間への埋込み処理の例を示す図である。

【図5】状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例を示す図である。

す図である。

【図6】状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例を示す図である。

【図7】状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例を示す図である。

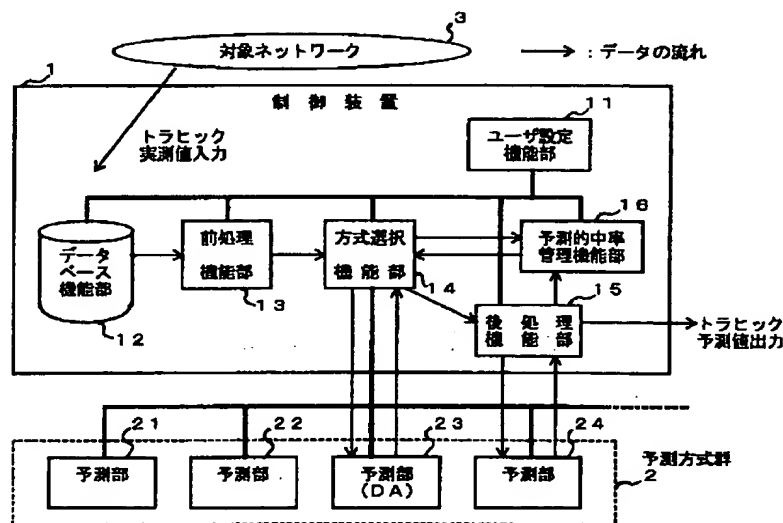
【図8】時間属性による挙動の違いを示す図である。

【図9】検証結果の例を示す図である。

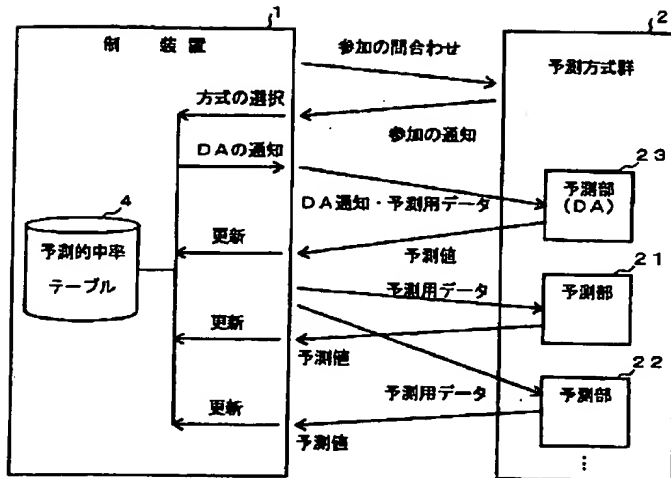
【符号の説明】

- 1 制御装置
- 11 ユーザ設定機能部
- 12 データベース機能部
- 13 前処理機能部
- 14 方式選択機能部
- 15 後処理機能部
- 16 予測的中率管理機能部
- 2 予測方式群
- 21～24 予測部
- 3 対象ネットワーク

【図1】



【図2】



【図3】

予想的中率テーブルの構成例

時間	予測方式	A	B	実績値
12:30	予測値	予測値	予測値	
12:40				
12:50				
13:00				
		計算	計算	
現在の予測的中率				

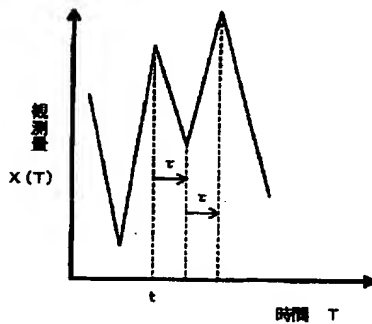
【図4】

3次元空間への埋込み処理説明図

【図5】

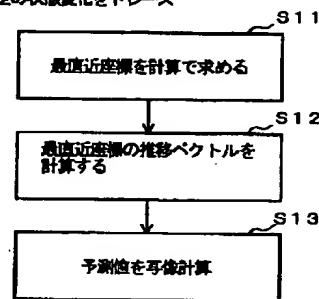
時刻Tにおける観測量 $X(T)$ を、埋込み次元数3、遅れ時間 τ に埋込む

状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例 (その1)

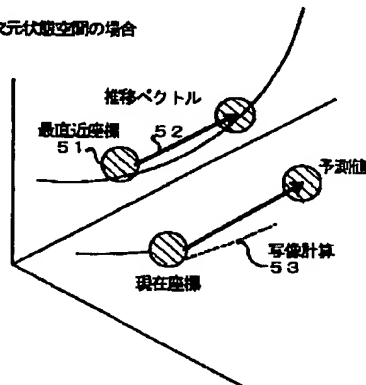


$(x(t), x(t+\tau), x(t+2\tau))$

(A) 特定の状態直化をトレース

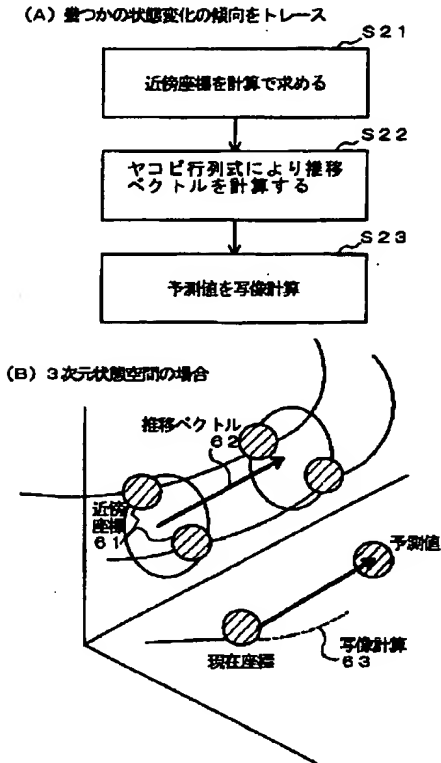


(B) 3次元状態空間の場合



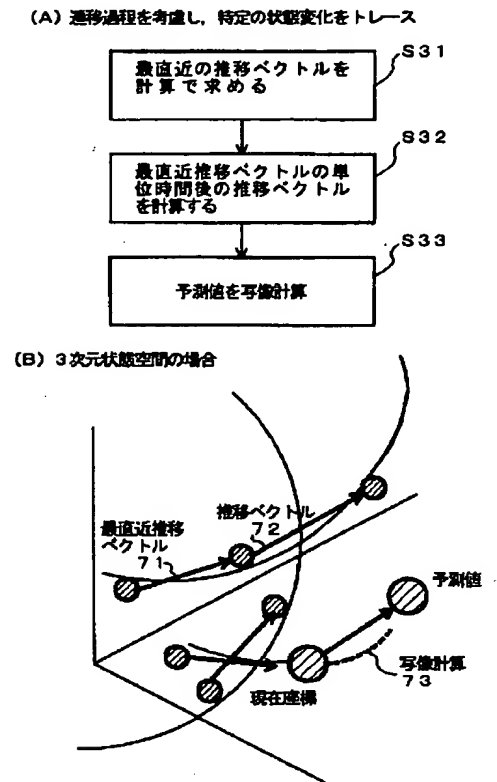
【図 6】

状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例 (その2)



【図 7】

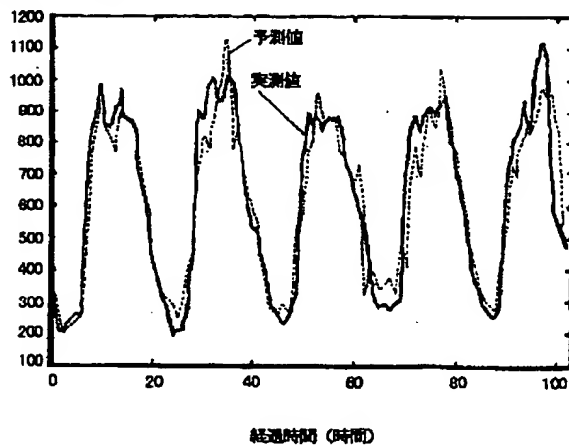
状態空間におけるアトラクタ挙動解析の例 (その3)



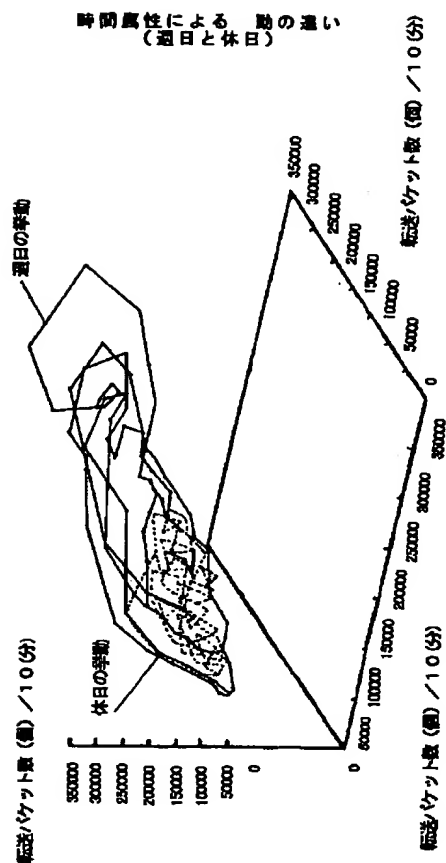
【図 9】

検証結果の例

転送バケット数 (図 10 (分))



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 茂木 一男

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内